



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**ZAMĚŘENÍ A DOKUMENTACE ČÁSTI KOMUNIKACE
CESTA V LUZÍCH (K. Ú. NUZÍŘOV)**

SURVEYING AND DOCUMENTATION OF PART OF ROUTE CESTA V LUZÍCH (CADASTRAL
AREA NUZÍŘOV)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jaroslav Mañas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jaroslav Mañas
Název	Zaměření a dokumentace části komunikace Cesta v Luzích (k. ú. Nuzířov)
Vedoucí práce	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004

Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno 2000

Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno 2002

Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998

Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungskunde, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 2006

Kalvoda P.: Kurz Moodle GE10 - Mapování I, Ústav geodézie FAST VUT v Brně, 2017, dostupné z <http://lms.fce.vutbr.cz/course/view.php?id=317> (19. 10. 2017)

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě Cesta v Luzích vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím technologie GNSS, popř. bodů státního bodového pole. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou podél komunikace a sousedícího vodního toku. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte tachymetrický plán. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce je tachymetrické zaměření části cyklostezky a přilehlého potoka Lubě s připojením do referenčních systémů S-JTSK a Bpv. Pro tyto potřeby bylo nutné nejprve vybudovat pomocnou měřickou síť. To proběhlo pomocí technologie GNSS a dále polární metodou. Podrobné měření proběhlo opět polární metodou. Výsledkem prací je účelová mapa v měřítku 1:500 a zkušební digitální model reliéfu (DMR). Testování přesnosti výškopisu mapy proběhlo ve formě kontrolních profilů.

KLÍČOVÁ SLOVA

tachymetrie, účelová mapa, Lubě, Malhostovice, Skalička, cyklostezka, měřická síť, DMR

ABSTRACT

Theme of Bachelor thesis is tacheometric survey of area that includes part of cycle path and contiguous Lubě stream with its joining into reference systems S-JTSK and Baltic Vertical Datum-After Adjustment. It was necessary to build up the survey net before survey works could even start. The net was created by GNSS method and polar method. Detailed survey was executed by a polar method as well. The outcome of these works is thematic map at a scale of 1:500 and also the experimental version of digital terrain model (DTM). Test of accuracy of the map was executed by checking profiles.

KEYWORDS

tacheometry, thematic map, Lubě, Malhostovice, Skalička, cycle path, survey net, DTM

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jaroslav Maňas *Zaměření a dokumentace části komunikace Cesta v Luzích (k. ú. Nuzířov)*.
Brno, 2018. 47 s., 5 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 5. 2018

Jaroslav Mañas
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k bakalářské práci. Poděkování patří i Věře Pšikalové za pomoc při měření v terénu. Samozřejmostí je i poděkování celé rodině za podporu při studiu.

Obsah

1	Úvod	10
2	Lokalita	11
2.1	Lokalita	11
2.2	Výskyt eroze	13
3	Teoretická část	14
3.1	Účelová mapa	14
3.2	Geodetické referenční systémy	15
3.2.1	S-JTSK	16
3.2.2	Bpv	17
3.2.3	WGS84	17
3.2.4	ETRS	17
3.3	Měřické metody	18
3.3.1	Rajón	18
3.3.2	Tachymetrie	19
3.3.3	GNSS	21
3.4	Výškopis	25
3.4.1	Způsoby znázorňování výškopisu	25
3.5	Bodové pole	29
4	Měření	30
4.1	Rekognoskace terénu	30
4.2	Použité přístroje	30
4.3	Měřická síť	32
4.4	Náčrty	34
4.4.1	Měřické náčrty	34
4.4.2	Náčrt PMS	34
4.5	Kontrolní profily	35
5	Zpracování dat	36
5.1	Export měřených dat	36
5.2	Výpočetní část	36
5.3	Tvorba mapy	37
5.3.1	Datové soubory	37
5.3.2	Tvorba vrstevnic a technických šraf	38

5.3.3	Digitální model reliéfu.....	38
5.3.4	Kompletace mapy.....	39
5.4	Testování přesnosti	40
6	Závěr	41
7	Zdroje	42
8	Seznam použitých zkratk	43
9	Seznam obrázků a tabulek	44
10	Seznam příloh	46

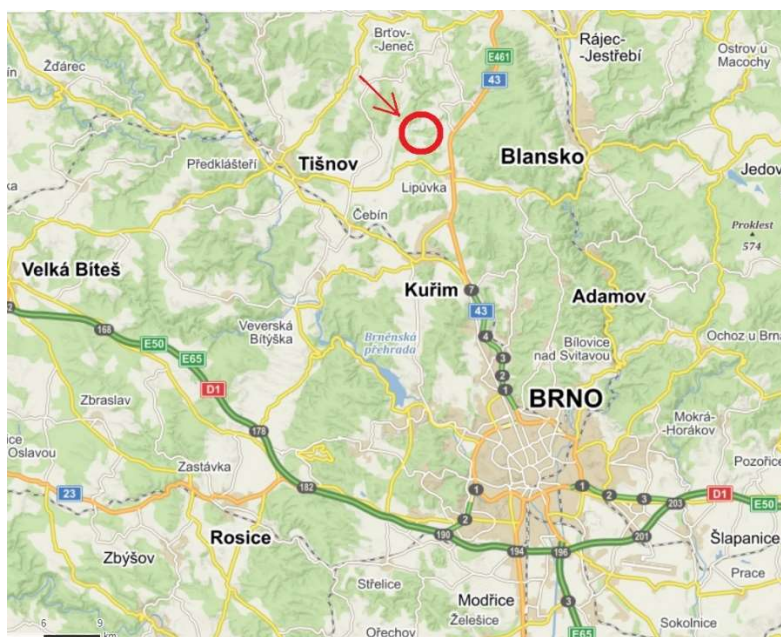
1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá tachymetrickým zaměřením části cyklostezky s názvem Cesta v Luzích a přilehlého potoka Lubě. Celková rozloha mapovaného území činí přibližně 0,5 ha. Měřické práce začaly 4.9.2017. Podrobné měření proběhlo z bodů pomocné měřické sítě, která byla vybudována pomocí technologie GNSS a rajóny. Vypočtené body byly připojeny do referenčních systémů S-JTSK a Výškového systému baltského – po vyrovnání (Bpv). Cílem bakalářské práce je vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:500 a dalších příloh. Tato práce obsahuje jak teoretický základ, ze kterého se vycházelo, tak i popis měření a zpracování dat vedoucí ke vzniku mapy.

2 Lokalita

2.1 Lokalita

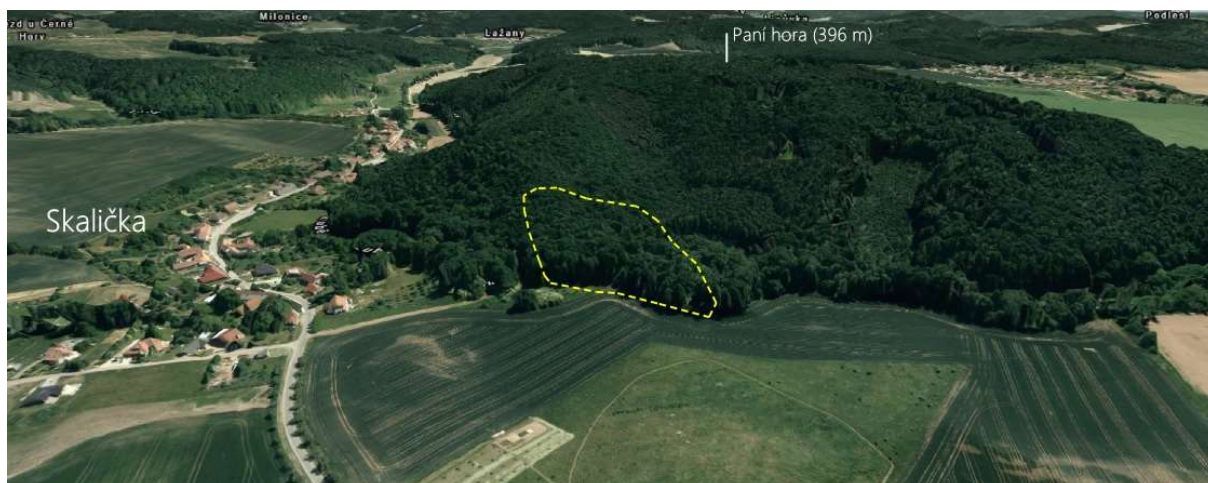
Lokalita se nachází asi 11 kilometrů severně od Kuřimi mezi obcemi Malhostovice a Skalička na západním úbočí kopce Paní hora (396 m n.m.). Pod svahem teče potok Lubě. Téměř celé mapované území pokrývá listnatý les. Do lokality zasahují tři katastrální území: Malhostovice, Skalička a Všechnovice.



Obr. 1 Poloha lokality (Zdroj: "Mapy.cz"; © Seznam.cz, a.s.; © OpenStreetMap)

Přes lokalitu prochází nezpevněná cyklostezka spojující obce Malhostovice a Skaličku. Název cyklostezky je „Cesta v luzích“ a je jedním z úseků cyklistického projektu „Čebínkou na kole ze Zlobice pod Paní horu“. Terén je nyní vhodný výhradně pro horská kola, i když některé úseky cyklostezky mimo mapovanou lokalitu jsou zpevněné.

Cyklostezka má více účelů, od roku 2009 přes ni vede naučná včelařská cesta „Cesty medu“ vybudovaná včelařským spolkem s názvem *Základní organizace Českého svazu včelařů Drásov*. Upozorní vás na to několik cedulí se včelařskou tematikou. Nedaleko jedné z tabulí je například prosklená pozorovací včelnice. [1]



Obr. 2 3D mapa se zakreslením lokality (Zdroj: "Mapy.cz"; © 2018 Seznam.cz, a.s.; Powered by MELOWN)

2.2 Výskyt eroze

Na lokalitě si lze všimnout hned několika znaků eroze. Nejvýraznějším z nich je sesunutý břeh v jednom z meandrů potoka Lubě. Jedná se o říční erozi způsobenou povrchově tekoucí vodou v kombinaci s prudkým svahem terénu (působení gravitace) a je nazývána **fluviální erozí**. [2]



Obr. 3 Fluviální eroze

V prudkém svahu podél potoka najdeme také **vývraty stromů**. Podél celého potoka na mapovaném území je běžná menší eroze břehu způsobená tekoucí vodou. Nápadná je i eroze pod kořeny stromů, především těch, které rostou na horní hraně prudkého svahu.



Obr. 4 Eroze pod kořeny stromů

3 Teoretická část

3.1 Účelová mapa

Účelová mapa je mapa velkého měřítka s obsahem přizpůsobeným danému účelu mapy. Objednatelem jsou často správci inženýrských sítí. Může sloužit také jako mapový podklad pro projektanty.

Účelová mapa může být:

- a) **původní** – přímo změřená a vypracovaná mapa
- b) **odvozená** – vznikne odvozením, přepracováním stávající mapy

Proces vyhotovení účelové mapy se řídí normami:

ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy

Udává technické požadavky na tvorbu a údržbu map, způsob ověření přesnosti mapy a další.

ČSN 01 3411- Mapy velkých měřítek - kreslení a značky

Udává pravidla grafického zpracování mapy. Mimo jiné je v ní obsažen seznam mapových značek a druhů čar.

Další kritéria a požadavky na účelovou mapu zadává objednatel mapy.

Obvyklý obsah účelových map:

- polohopis
- výškopis
- popis
- legenda
- ostatní náležitosti výkresu

3.2 Geodetické referenční systémy

Referenční systém = souřadnicový, výškový nebo tíhový systém jednoznačně definovaný pro zeměměřické činnosti.

Úplný geodetický referenční systém tvoří:

1) Geodetický systém

- počátek a orientace os
- referenční elipsoid

2) Souřadnicový systém

- pravidlo určení bodu v prostoru množinou čísel

3) Referenční rámec

- soubor stabilizovaných bodů a jejich souřadnic (případně se změnami v čase)

4) Kartografické zobrazení

- vztah mezi referenční plochou a rovinou mapy [3]

Dle *Narřízení vlády č. 430/2006 Sb.* mezi závazné geodetické referenční systémy na území ČR patří:

- Světový geodetický systém 1984 (WGS84)
- Evropský terestrický referenční systém (ETRS)
- Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)
- Katastrální souřadnicový systém gusterbergský
- Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský
- Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv)
- Tíhový systém 1995 (S-Gr95)
- Souřadnicový systém 1942 (S-42/83) [4]

Zpracování měření probíhalo v referenčních systémech S-JTSK a Bpv. U GNSS metod se výsledky prvotně určí ve WGS (v Evropě realizováno referenčními stanicemi v ETRS) a poté se přímo v kontroleru transformují pomocí transformačního modulu

zpřesněné globální transformace Trimble2013 verze 1.0 (schválen ČÚZK pro měření) do S-JTSK a Bpv.

3.2.1 S-JTSK

Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální je dle *Narřízení vlády č. 430/2006 Sb.* závazným souřadnicovým systémem na území České republiky. Počátek pravoúhlé rovinné souřadnicové soustavy je ve vrcholu kužele. Referenčním bodem je Hermannskogel. Souřadnice Y rostou směrem na západ, souřadnice X na jih.

Elipsoid: Besselův (z roku 1841)

Hlavní poloosa	Vedlejší poloosa	Zploštění
a=6 377 397,155 m	b = 6 356 078,963 m	i=1:299,153

Tab. 1 Parametry Besselova elipsoidu

Zobrazení: Křovákovo zobrazení

Je to dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Navrhl ho roku 1922 Ing. Josef Křovák, přednosta triangulační kanceláře po 1. světové válce.

Převod souřadnic z Besselova elipsoidu do roviny XY:

$$\varphi, \lambda \rightarrow \textcircled{1} U, V \rightarrow \textcircled{2} \check{S}, D \rightarrow \textcircled{3} \rho, \varepsilon \rightarrow \textcircled{4} X, Y$$

- ① Zobrazovací rovnice – konformní zobrazení Besselova elipsoidu na kouli = Gaussovo zobrazení
- ② Transformace zeměpisných souřadnic na kartografické
- ③ Zobrazovací rovnice – konformní kuželové zobrazení
- ④ Transformace polárních souřadnic na rovinné

Délkové zkreslení se na území České republiky pohybuje v rozmezí od -10 do +14 cm/km. [5]

3.2.2 Výškový systém baltský- po vyrovnání (Bpv)

Výchozím bodem systému Bpv je nula na stupnici mořského vodočtu v ruském Kronštadtu. Dále je systém definovaný souborem normálních (Moloděnského) výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí. Normální výšky se určují z geodetických a gravimetrických měření a jsou vhodné jak pro technické tak i pro vědecké účely. Vztažnou plochou je kvazigeoid. Baltický systém od roku 1957 postupně nahradil dříve používaný Jaderský systém, ve kterém se používaly ortometrické výšky. [6]



Obr. 5 Vodočet v Kronštadtu

3.2.3 WGS84

Geodetický systém definovaný technologiemi kosmické geodézie. Počátek systému je v hmotném středu Země (geocentrický systém). Osa Z je totožná s osou rotace Země, osy X a Y leží v rovině rovníku. Od roku 1994 je systém ztotožněn se systémem ITRS.

Referenční elipsoid: WGS84

Hlavní poloosa	Vedlejší poloosa	Zploštění
$a = 6\,378\,137\text{ m}$	$b = 6\,356\,752,314\text{ m}$	$i = 1:298,257$

Tab. 2 Parametry elipsoidu WGS84

Zobrazení: UTM (Universal Transverse Mercator)

3.2.4 ETRS (European Terrestrial Reference System)

Geocentrický souřadnicový systém realizovaný pomocí stanic rozmístěných pouze na evropské části eurasijské kontinentální desky. Je odvozen od systémů ITRS a ICRS a spojen s eurasijskou litosférickou deskou.

Referenční elipsoid: GRS-80 – velmi podobný elipsoidu WGS84, proto je možné při výpočtech do určité přesnosti tyto elipsoidy zaměnit. [3]

Hlavní poloosa	Vedlejší poloosa	Zploštění
$a = 6\,378\,137\text{ m}$	$b = 6\,356\,752,314\text{ m}$	$i = 1:298,257$

Tab. 3 Parametry elipsoidu GRS-80

3.3 Měřické metody

3.3.1 Rajón

Rajón je jedna z hlavních geodetických úloh při určování souřadnic bodů. Využívá se zde polární metoda, kdy ze stanoviště se známými souřadnicemi $[Y_A, X_A]$ počítáme úhly mezi orientacemi a určovanými body, popřípadě měříme délky. Probíhá zde výpočet orientačního posunu měřené osnovy směrů.

1) Výpočet směrníku

$\varphi_{AC} = \arctg \frac{|Y_C - Y_A|}{|X_C - X_A|} \Rightarrow$ zjištění kvadrantu podle hodnot výrazů v absolutních hodnotách

pro $\frac{+}{+}$ platí: $\sigma_{AC} = \varphi_{AC}$

pro $\frac{+}{-}$ platí: $\sigma_{AC} = 2R - \varphi_{AC}$

pro $\frac{-}{-}$ platí: $\sigma_{AC} = 2R + \varphi_{AC}$

pro $\frac{-}{+}$ platí: $\sigma_{AC} = 4R - \varphi_{AC}$

$\sigma_{AB} = \sigma_{AC} + \omega_{CB}$

VYSVĚTLIVKY:

A... stanoviště

B... určovaný bod

C... orientační bod

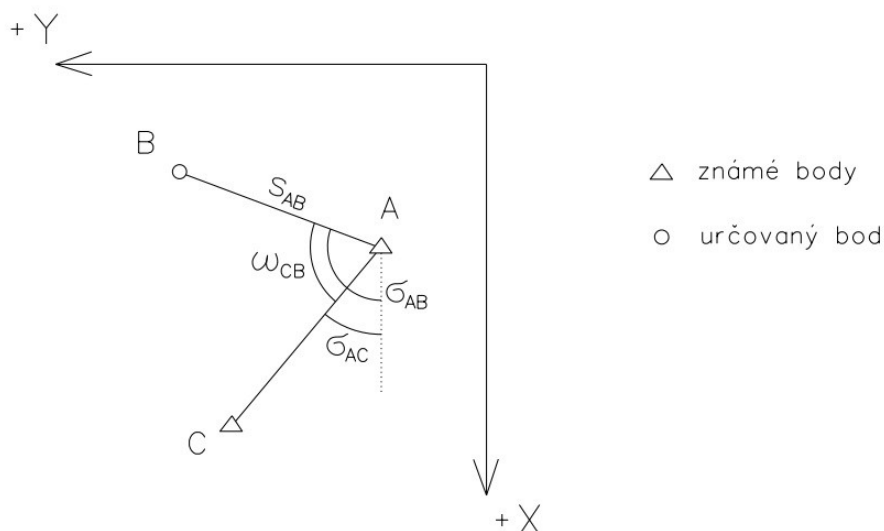
2) Výpočet souřadnic určovaného bodu

$Y_B = Y_A + s_{AB} \sin \sigma_{AB}$

$X_B = X_A + s_{AB} \cos \sigma_{AB}$

Kritéria rajonu:

- délka rajónu může být maximálně 1 000 m
- nejvýš o 1/3 delší než je délka měřické přímky, na kterou je rajón napojen
- délka rajónu nesmí překročit délku k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu



Obr. 6 Grafické znázornění rajónu

3.3.2 Tachymetrie

Geodetická metoda podrobného měření, kdy je určena poloha i výška bodů současně. Měřenými veličinami jsou vodorovný úhel, vzdálenost od stanoviště k bodu a zenitový (příp. výškový) úhel. V praxi se už provádí téměř výhradně totálními stanicemi (dříve pomocí tachymetrů).

Výpočet souřadnic Y, X probíhá stejně jako u rajónu.

Výška určovaného bodu se vypočítá **trigonometricky** podle vzorce:

$$H_B = H_A + s * \cotg Z + v_S - v_C$$

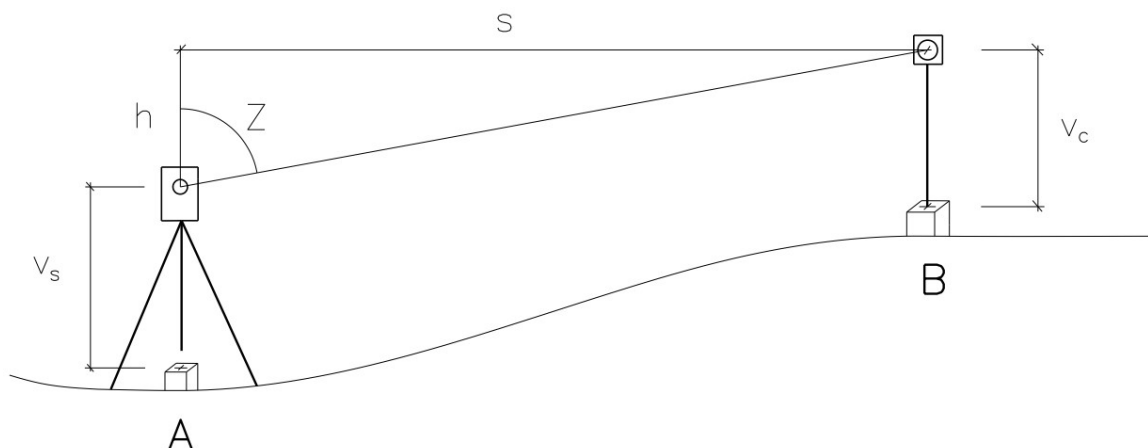
pokud počítáme se šikmou délkou, přejde vztah do následující formy:

$$H_B = H_A + s_{\text{šIK}} * \cos Z + v_S - v_C$$

Uvedený vzorec platí jen pro kratší vzdálenosti.

VYSVĚTLIVKY:

H_A ... výška bodu stanoviště
 H_B ... výška určovaného bodu
 s ... vodorovná délka
 $s_{\text{šIK}}$... šikmá délka
 Z ... zenitový úhel
 v_S ... výška stroje
 v_C ... výška cíle
 h ... převýšení



Obr. 7 Trigonometrické určení výšky

Korekce ze zakřivení Země:

Pokud je měřená vzdálenost větší než 300 m, zavádíme korekci ze zakřivení Země – rozdíl mezi skutečným a zdánlivým horizontem.

$$q = \frac{s^2}{2R}$$

VYSVĚTLIVKY:

q... korekce ze zakřivení Země

s... vodorovná vzdálenost mezi body

R... poloměr referenčního tělesa

Pokud požadujeme větší přesnost výsledků, zavádíme korekci i u kratších délek.

Korekce z refrakce:

Refrakce je způsobena prostředím, ve kterém se světelné paprsky lámou. Korekci je často lepší nezavádět. Je uvažována podle Gaussových měření a hodnota refrakčního koeficientu není univerzální, lze experimentálně dokázat, že kolísá od -1 do +1. Zavedením opravy se tedy nemusíme dočkat zlepšení výsledků. [7]

$$k = 0,13$$

VYSVĚTLIVKY:

k... refrakční koeficient

$$\rho = \frac{ks^2}{2R}$$

ρ ... korekce z refrakce

Po zavedení obou korekcí má vzorec pro určení výšky tvar:

$$H_B = H_A + s * \cot g Z + v_s - v_c + q - \rho$$

$$H_B = H_A + s * \cot g Z + v_s - v_c + \frac{s^2(1 - k)}{2R}$$

3.3.3 GNSS (Global navigation satellite systém)

GNSS je označení pro globální navigační satelitní systém, který umožňuje s využitím umělých družic určit geografickou polohu. Princip určování polohy je u různých GNSS systémů velmi podobný. Měla by být zaručena funkčnost systému v kterékoliv denní době a za každého počasí.

Vývoj GNSS začal v druhé polovině 20. století a jejich používání způsobilo revoluci v získávání prostorových dat. U jejich zrodu stály především armády světových mocností, které tím získaly strategickou výhodu. V současnosti se s využitím GNSS systémů setkáváme každodenně i v běžném životě.

Princip určování polohy:

- 1) GNSS satelity vysílají radiové signály s informacemi o jejich poloze, stavu družice a přesným časem t_1 z atomových hodin umístěných v družici.
- 2) Radiové signály putují vesmírem rychlostí světla.
- 3) GNSS přijímač přijme signál v čase t_2 a z časových rozdílů vypočte vzdálenost od každé z dostupných družic dle vzorce $s = t \cdot v$; pro přesnější určení polohy je nutné zavést korekce, jedná se například o korekce atmosférické.
- 4) Pokud známe vzdálenost alespoň od 4 družic, zařízení dokáže určit polohu.

Systémy se skládají ze 3 segmentů:

- vesmírný segment (space segment)
 - družice
- řídicí segment (control segment)
 - pozemní stanice – řídí a kontrolují vesmírný segment
- uživatelský segment (user segment)
 - GNSS přijímače

Využití GNSS:

Vojenské - určení nepřátelských pozic, navádění střely

Logistika - navigace v dopravě

Geodézie – určování souřadnic bodů

Zdravotnictví - lokalizace místa kde je potřeba pomoci

Civilní – turistika, navigace v dopravě

a mnoho dalších

Systémy:

GPS (Global positioning system)

Dříve označován jako *NAVSTAR GPS* je PNT (Positioning, navigation and timing) systém, vyvíjený od 70. let 20. století určený primárně pro potřeby americké armády. Družice obíhají na 6 oběžných drahách v průměrné výšce 20 200 kilometrů. Každá družice oběhne Zemi 2x za den. Systém byl plánovaný na minimální počet 24 družic, nyní je 31 aktivních GPS družic. Z libovolného místa na Zemi je zaručena viditelnost alespoň na 4 satelity, dovoluje-li to okolí přijímače.

Vesmírný a řídicí segment GPS vyvíjí a spravuje U.S. Air Force. GPS data jsou pro civilní využití poskytovány po celém světě zdarma. [8]



Obr. 8 Družice GPS Block IIIA
(Zdroj: United States Government)

GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema)

GNSS systém vytvořen Sovětským svazem, nyní spravován Ruskem. Roku 1995 byl uveden do plného provozu a po velkých technických komplikacích se stal systém postupně nepoužitelným. Po obnovení zejména vesmírného segmentu byl

znovu uveden do plného provozu v roce 2008. Na oběžné dráze je v současnosti 25 satelitů. [9]

Galileo

GNSS systém vytvořený *Evropskou kosmickou agenturou (ESA)* na požadavek Evropské unie. Systém momentálně ještě není plně funkční, jeho dokončení se předpokládá v nejbližších letech. Nyní je na oběžné dráze 22 družic obíhajících Zemi ve výšce 23 222 km. Přibližně v roce 2020 by mělo být dosaženo plánované konstelace 30 satelitů.

Výhodou je větší udávaná přesnost určení polohy, než je tomu u konkurenčních GNSS systémů. Galileo je jediný GNSS systém vytvořený a řízený civilním sektorem. [10]

BeiDou

Dříve označován jako *Compass* je GNSS systém vytvořen a spravován Čínskou lidovou republikou. Roku 2000 byl dokončen systém BeiDou 1 pro poskytování služeb Čínské lidové republice. Od roku 2012 se služby rozšířily na východní Asii. Služby pro celou Zemi by měly být dostupné po naplnění plánované konstelace 35 satelitů do roku 2020. [11]

Organizace zabývající se využitím GNSS

CZEPOS

CZEPOS je síť permanentních referenčních stanic GNSS České republiky. Stanice poskytují při měření korekci dat pro zvýšení přesnosti. Síť provozuje Zeměměřický úřad jako součást geodetických základů ČR. Na našem území je v provozu celkem 28 stanic značky *Leica*, které sbírají data 24 hodin denně s intervalem záznamu 1 sekunda. Nově je přístupná také RTK služba, která posílá korekční data také z nejbližších stanic CZEPOS podporující systémy Galileo a BeiDou.



Obr. 9 Montáž referenční stanice CZEPOS (Zdroj: czeupos.cuzk.cz)

Pro zaměření bodů byla použita kategorie služeb *VRS*. Ta využívá „sít'ové řešení“ (konkrétně byla využita služba *VRS iMAX-GG*) – na rozdíl od služeb RTK (Real Time Kinematics) se používají k výpočtu korekcí data z více stanic CZEPOS. [12]



Obr. 10 Schéma CZEPOS sítě (Zdroj: czeupos.cuzk.cz)

GSA (European GNSS Agency)

Tato agentura, sídlící od roku 2012 v Praze, se zabývá využíváním evropských GNSS. Slouží jako spojka mezi vesmírnými technologiemi a potřebami uživatelů. Agentura udržuje kontakt s uživateli a snaží se, aby se vynaložené investice vrátily

ve formě benefitů pro koncové uživatele a zároveň tak byl podpořen ekonomický růst v rámci Evropské unie.

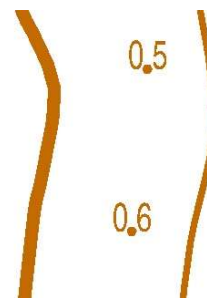
3.4 Výškopis

Znázornění výškopisu je důležité pro vystihnoutí tvaru lokality. Různé způsoby znázornění výškopisu povzbuzují představivost při vizualizaci skutečného tvaru terénu. U map velkých měřítek se znázornění výškopisu řídí normou *ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*.

3.4.1 Způsoby znázorňování výškopisu:

Absolutní kóty

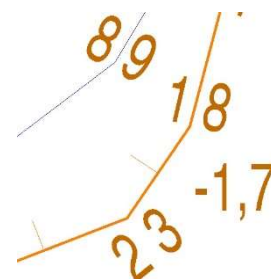
Číselný údaj o absolutní výšce. Slouží pro vyjádření výšek terénní kostry i podrobných bodů.



Obr. 11 Absolutní kóty (redukované)

Relativní kóty

Číselný údaj vztažený k výškové hladině jiného vybraného prvku. Slouží pro vyjádření výšek terénních stupňů, příkopů a násypů.



Obr. 12 Relativní kóta

Horizontály

Čáry na mapě, spojující místa o libovolně zvolené stejné nadmořské výšce. Používá se zejména v měřických náčrtech pro znázornění průběhu terénu.

Vrstevnice (izohypsy)

Čára na mapě, zobrazující množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce.

Rozdělení vrstevnic:

Základní vrstevnice

Vrstevnice, jejíž výšku lze dělit beze zbytku základním vrstevnicovým intervalem. Na mapě se značí hnědou plnou linií o tloušťce 0,18 mm. Každá pátá vrstevnice je zdůrazněná o tloušťce 0,35 mm. Do přerušené zdůrazněné vrstevnice se napíše výšková kóta hlavou ve směru stoupání.

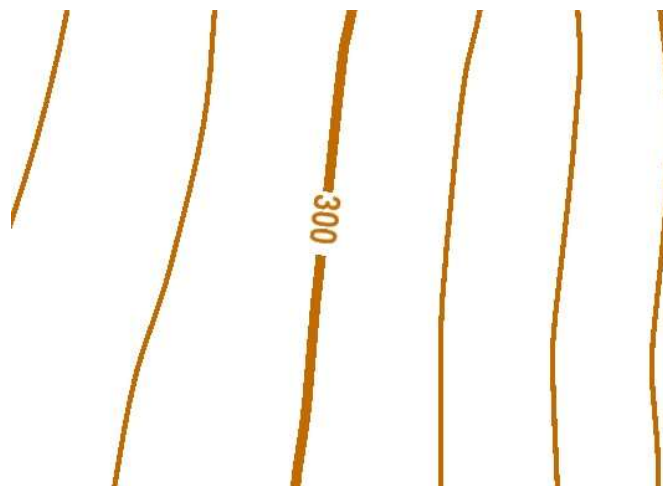
Doplňkové vrstevnice

Vrstevnice o polovičním nebo čtvrtěním intervalu základního vrstevnicového intervalu. Používají se v místech, kde je velký rozestup základních vrstevnic nebo základní vrstevnice nedostatečně vystihují terén.

Pomocné vrstevnice

Horizontály, které se používají především pro vyznačení terénních tvarů, kde by bylo užití vrstevnic nevhodné.

V mapě byly použity jen základní vrstevnice.



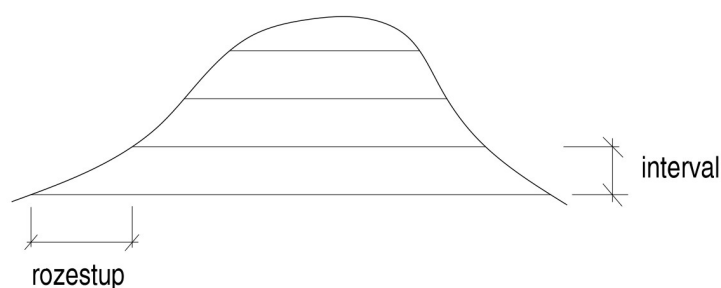
Obr. 13 Ukázka vrstevnic – uprostřed zdůrazněná vrstevnice

Interval vrstevnic

Výškový rozdíl mezi dvěma sousedními základními vrstevnicemi. Volba intervalu závisí na měřítku mapy, charakteru lokality nebo účelu mapy. Pro mapu byl po konzultaci s vedoucím práce zvolen interval vrstevnic: $i = 1 \text{ m}$.

Rozestup vrstevnic

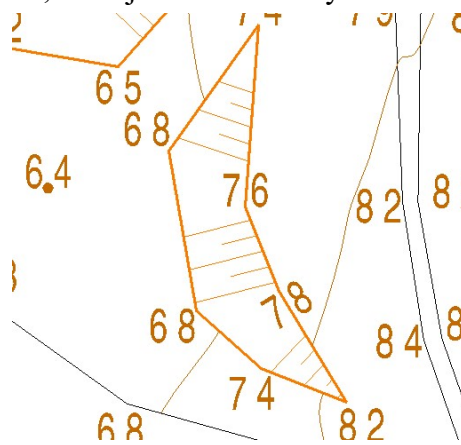
Vodorovná vzdálenost měřená na spádnici mezi dvěma sousedními vrstevnicemi v určitém místě.



Obr. 14 Interval a rozestup vrstevnic

Technické šrafy

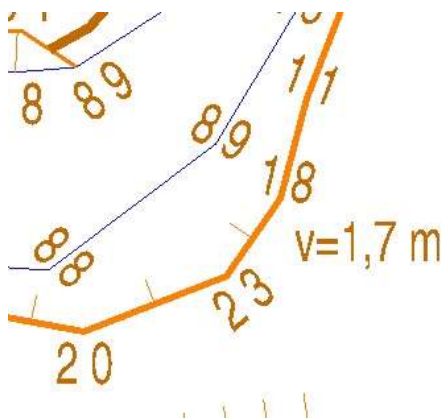
Používají se pro znázornění rovnoměrného sklonu terénu, kde by se vrstevnice vedle sebe nevlezly anebo by bylo jejich použití nevhodné. Na horní hraně se v pravidelném intervalu střídají dlouhá a krátká čára, které jsou orientovány ve směru spádu. Šrafy nemusí sahát až ke spodní hraně, pokud je už z jejich částečného zákresu zřejmý průběh terénu. Přírodní útvary jsou značeny hnědou barvou, umělé útvary černou. Rozestup mezi dvěma delšími čarami by měl být 1,5 mm v měřítku mapy.



Obr. 15 Technické šrafy

Terénní stupeň

Terénní stupně, jejichž dolní a horní hrana jsou při zakreslení do půdorysu od sebe méně než 0,5 mm se v mapě zobrazí tlustou čarou, vyznačí se na nich spádovka a napíše relativní kóta v místě největšího výškového rozdílu.



Obr. 16 Terénní stupeň

Spádovky

Krátký úsek spádnice, který nám svou orientací pomáhá určit sklon terénu. [13]

Barevná hypsometrie

Barevné rozlišení jednotlivých výškových úrovní. (viz obr. 26)

3.5 Bodové pole

Bodové pole tvoří soubory stabilizovaných bodů. Dělí se podle účelu bodů:

a) Polohové bodové pole

- Základní polohové bodové pole (ZPBP)
 - NULRAD
 - body AGS
 - body ČSTS
 - body geodynamické sítě
- Zhušťovací body (ZhB)
- Podrobné polohové bodové pole (PPBP)

b) Výškové bodové pole

- Základní výškové bodové pole
- Podrobné výškové bodové pole

c) Tíhové bodové pole

- Základní tíhové bodové pole
- Podrobné tíhové bodové pole [14]

Číslování bodů polohového bodového pole, pomocných a podrobných bodů:

Bodové pole	Číslo bodu	XXX
ZPBP	0000009TTTTXXX0	001-199
ZhB		201-499
Přidružené body k ZPBP a ZhB	0000009TTTTXXXC	001-199; 201-499
PPBP	KKKKKK00000XXXX	0501-3999
PPBP dočasně stabilizovaný		4001-9999
Pomocné měřické body	KKKKKKZZZZZXXXX	4001-9999
Podrobné body		0001-3999

Tab. 4 Číslování bodů

VYSVĚTLIVKY:

TTTT ... číslo triangulačního listu

C ... číslo přidružení bodu

KKKKKK ... číslo k.ú.

ZZZZZ ... číslo ZPMZ

4 Měření

4.1 Rekognoskace terénu

Rekognoskace terénu proběhla 25.7.2017 při předávání lokality od Ing. Jiřího Vondráka, PhD., se kterým byly na místě konzultovány požadavky měření a vymezen rozsah dané lokality. Prohlédnutí lokality bylo žádoucí kvůli pozdější vhodné volbě přístrojů i měřických metod. Vyloučilo se například častější užívání GNSS přijímače kvůli lesnatému charakteru lokality.



Obr. 17 Foto z lokality (uprostřed cyklostezka)

4.2 Použité přístroje

Totální stanice

Topcon GPT-3003N (v.č. 4D0509)

- Bezhranolová totální stanice s udávanou přesností měření směru: $10''$ (dle ČSN ISO 17123-3).
- Pro měření délky je udána přesnost 3 mm + 2 ppm.
- Použita pro veškerá měření totální stanicí kromě kontrolních profilů.



Obr. 18 Topcon GPT3003N

Trimble M3 (v.č. D036261)

- Udávaná úhlová přesnost 2“.
- V I. poloze dalekohledu má barevný dotykový displej, ve II. poloze monochromatický displej.
- V bezhranolovém módu měří vzdálenosti až do 300 m.
- Totální stanice používá operační systém *Windows CE Net*. Díky propracovanému softwaru *Trimble Access* můžete řešit přímo v terénu různé geodetické úlohy jako je například tvorba DMT, výpočet kubatur, vložení rastru pod mapu apod.
- Byla použita pro zaměření kontrolních profilů. [15]



Obr. 19 Trimble M3 (Zdroj: geotronics.cz)

GNSS přijímač:

Trimble R4-3 (v.č. 532844051)

- Bez kabelový (propojení s kontrolerem pomocí bluetooth)
- Souřadnice jsou získány v systému ETRS89. Do S-JTSK můžou být převedeny pomocí zpřesněné globální transformace.
- Software *Trimble Access* (viz totální stanice – Trimble M3)



Obr. 20 Trimble R4-3 (Zdroj: geomaps.co.tz)

4.3 Měřická síť

V měřené lokalitě ani v jejím blízkém okolí se nenacházely žádné body státního bodového pole, bylo tedy potřeba vybudovat vlastní dočasnou měřickou síť.

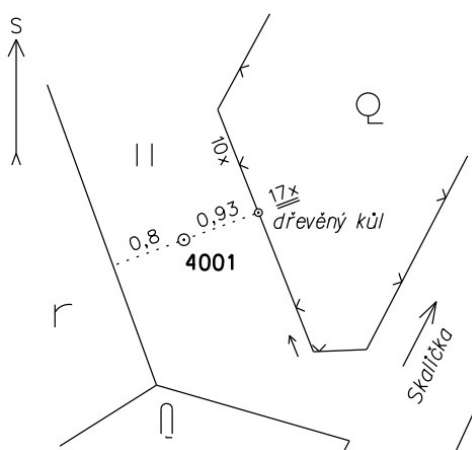
Uprostřed lokality se nachází žulový kámen s křížkem na opracované hlavě. Nepodařilo se ho ale identifikovat dle dostupných podkladů státních bodových polí. V blízkosti mezníku neprobíhá žádná vlastnická hranice, pravděpodobně je to tedy pozůstatek dřívějších vlastnických či katastrálních hranic, nebo zrušený bod bodového pole. Kámen byl zaměřen a zakreslen do mapy.

Základ měřické sítě byl zvolen vhodně mimo zalesněnou lokalitu a čtyři body byly zaměřeny metodou GNSS - dvěma nezávislými měřeními se síťovým řešením *iMAX-GG* (služba síť CZEPOS). Ze zaměřených bodů byl určen totální stanicí zbytek měřické sítě (rajóny). Tento postup se jevil jako nejvhodnější a nejefektivnější.



Obr. 21 Stabilizace bodů PMS

Všechny body byly stabilizovány opracovanými dřevěnými kolíky s vyrytým křížkem na hlavě. Kolíky byly zatlučeny do úrovně terénu a pokud bylo potřeba, byly u některých bodů zatlučeny vyšší signalizační kolíky. Hlavy kolíků poté byly zviditelněny reflexním stavebním sprejem. K bodům určeným metodou GNSS byly vyhotoveny geodetické údaje v elektronické formě.



Obr. 22 Ukázka z místopisného náčrtu

4.4 Náčrty

4.4.1 Měřické náčrty

Měřické náčrty se vedou kvůli pozdějšímu zpracování dat, hlavně pro grafickou tvorbu mapy a měly by jednoznačně znázorňovat co a kde bylo měřeno. Měřický náčrt nemusí být v měřítku, ale je dobré, aby byl pro přehlednost ve větším měřítku, než bude výsledná mapa. Pro měření byly zvoleny papírové měřické náčrty, které byly následně zadjustovány. Byly vytvořeny dva náčrty z měření, oba ve formátu A4. Byla zde i varianta použití kódování, ale je zde větší riziko vzniku chyby a vzhledem k charakteru lokality by to velký ekonomický přínos nemělo.

Měřický náčrt kontrolních profilů byl vyhotoven v elektronické formě ve formátu A3.

Barevné značení v náčrtech:

Barva	Prvky
černá	kontrolní oměrné míry, polohopisná kresba, rozhraní kultur a povrchů, čísla popisná, evidenční, průběh inženýrských sítí,...
hnědá	podrobné body (křížky) určené tachymetricky a jejich čísla, relativní výškové kóty, výšky bodů bodových polí, terénní kostra, hrany, tvarové čáry, horizontály,...
červená	strany polygonových pořadů, rajony a měřické přímky, orientační směry, pomocné měřické body a jejich čísla, body bodových polí a jejich čísla, severka,...
modrá	podrobné body určené plošnou nivelací a jejich čísla, příčné profily určené plošnou nivelací, hranice vodních toků a ploch,...

Tab. 5 Barevné značení

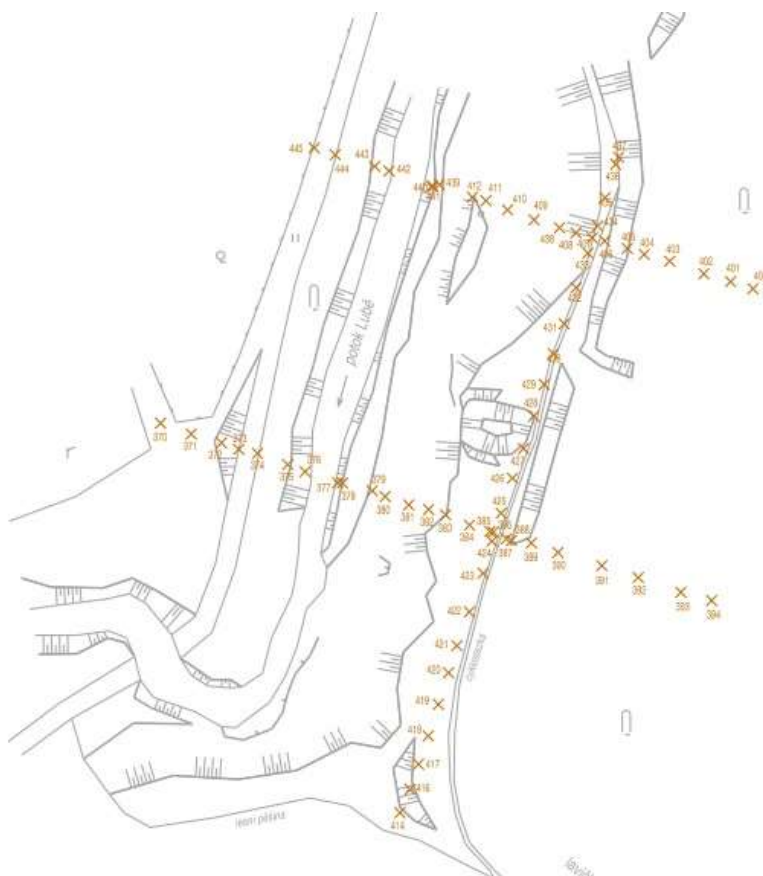
4.4.2 Náčrt pomocné měřické sítě

Náčrty pomocné měřické sítě (dále PMS) se vedou kvůli přehlednosti a slouží například měřiči v terénu, aby se zamezilo chybám v číslování bodů. Hrubý nákres PMS na papíru jsem po zpracování dat přetvořil do přehlednější elektronické podoby.

4.5 Kontrolní profily

Ověření polohové přesnosti pomocí výběrového souboru minimálně 100 bodů by bylo v lese špatně realizovatelné, proto bylo realizováno jen ověření výškopisu. Pro ověření přesnosti výškopisu byla vybrána metoda kontrolních profilů.

Pro body měřické sítě byly použity stabilizace stávající měřické sítě, které byly ovšem nově nezávisle zaměřeny obdobným způsobem jako původně → Základ sítě byl změřen pomocí technologie GNSS. Z tohoto základu byly polární metodou (rajóny) určeny další dva body, které poté sloužily jako stanoviště. Následovalo samotné měření kontrolních profilů. Jelikož téměř všechny body na profilech byly v lese, byly přímky profilů vytyčeny až přímo v terénu na vhodném místě. Vytyčení přímek proběhlo zařazováním kolíků do přímky „od oka“. Byly zaměřeny celkem tři kontrolní profily - dva příčné a jeden podélný vzhledem ke tvaru mapovaného území.



Obr. 23 Ukázka měřického náčrtu kontrolních profilů

5 Zpracování dat

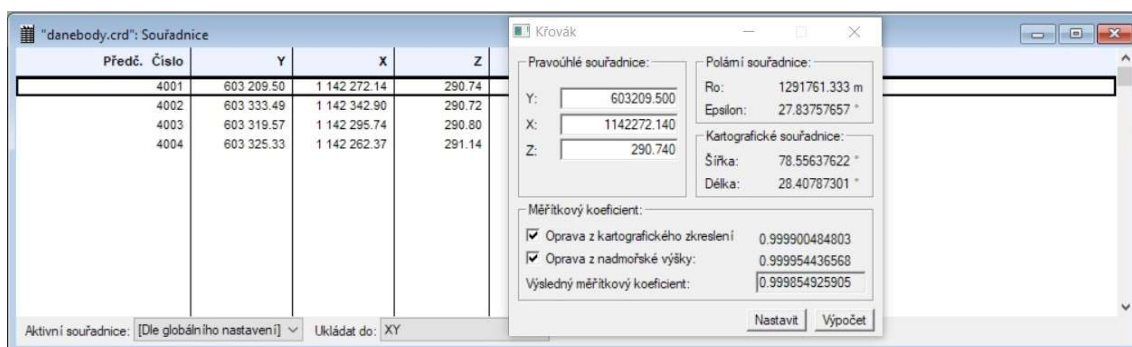
5.1 Export měřených dat

Data měřená technologií GNSS byla registrována do paměti kontroleru *Trimble*. V něm také proběhla transformace vypočtených ETRS souřadnic pomocí globální zpřesněné transformace do systému S-JTSK. Data byla exportována na USB flash disk ve formátu *.zap (MAPA 2) včetně potřebných protokolů. Při exportu jsem zvolil možnost průměrování souřadnic, kdy se zprůměrovaly souřadnice 2 provedených měření.

Data měřená totální stanicí *Topcon GPT-3003N* byly exportovány přes počítačový software *GeomanW*. Fyzikální korekce byly zavedeny přímo v přístroji při měření. Konkrétně PPM korekce, která je závislá zejména na teplotě a tlaku prostředí v době měření a konstanta hranolu, která byla vždy -30 mm. Export dat proběhl bez zavedení matematických korekcí.

5.2 Výpočetní část

Před importem dat do softwaru *Groma* bylo nutné nastavit korekce z kartografického zobrazení a z nadmořské výšky. Tyto korekce spočítala aplikace *Křovák* po zadání souřadnic a výšky určitého bodu, v tomto případě bodu 4001. Obě korekce jsou obsaženy ve vypočteném měřítkovém koeficientu, kterým se vynásobí měřené délky. Při samotném importu *.zap souboru se vygeneruje protokol importu měření, kde jsou informace o importu, případně chyby a podezřelé skutečnosti.



Obr. 24 Ukázka výpočtu korekcí v softwaru Groma

Následuje zpracování zápisníku, kde byly nastaveny potřebné opravy. V protokolu si můžeme zkontrolovat například velikosti kolimačních nebo indexových chyb spočtených z měření dvou poloh dalekohledu.

Samotný výpočet všech určovaných bodů probíhá v aplikaci *Polární metoda dávku*. Po nahrání zápisníku kontrolujeme opravy orientací, délek a převýšení z jednotlivých stanovišek. Pokud software identifikuje body se stejným číslem, v našem případě podrobné body kontrolně určené z více stanovišek, srovná nám hodnoty různých veličin u obou bodů. Určované body se nám ukládají do zvoleného souboru se seznamem souřadnic. Srovnání bodů je přiloženo v elektronických přílohách.

Pozor - [2]

Bod číslo 92 již v seznamu existuje:

	Y	X	Z	Kval.	Váha XY	Váha Z
Starý:	603178.91	1142303.99	296.97		1.00	1.00
Nový:	603178.92	1142303.97	296.98		1.00	1.00
Rozdíl:	-0.02	0.02	-0.02			
Polohová odchylka:	0.02		Stř. souřadnicová chyba: 0.02			

Obecné informace (kód, typ)

☒ Staré ☐ Nové ☐ Sloučit

Porovnání souřadnic

☒ Hlavní s hlavními ☐ Ukládané navzájem

Poloha

Z geometrie	Do geometrie	Způsob
[1] XY	[1] XY	Neukládat

Výška

Z geometrie	Do geometrie	Způsob
[1] XY	[1] XY	Neukládat

Uložit bod do jiného souboru:

[...]

Uložit pod novým číslem:

Předč.:

Číslo:

Typ protokolu:

☐ oprava ☒ kontrola

☐ Všechny následující

OK Storno

Obr. 25 Bod určený ze 2 stanovišek

5.3 Tvorba mapy

Všechny body byly nahrány do softwaru *Bentley Microstation v8i (Select series 3)* pomocí nástavby *Groma* s atributy zvolenými podle souboru *Atributy.xlsx*, který byl získán z podkladů pro předmět Mapování 1. Následná tvorba mapy dbala na zásady podle normy *ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*.

5.3.1 Datové soubory

Všechny datové soubory použité v *Microstationu v8i* byly buď defaultní, nebo získané v předmětech ze semestrální výuky.

Buňky:

Pro vkládání buněk byla použita knihovna buněk *geo1000_v8.cel*.

Liniové styly:

Použité liniové styly jsou z knihovny *ugeo_vp.rsc*. Dále byly použity defaultní liniové styly softwaru Microstation.

5.3.2 Tvorba vrstevnic a technických šraf

Pro tvorbu vrstevnic byl zvolen software *Atlas DMT*. Před výpočtem vrstevnic je nutné mít předepsané hrany a seznam souřadnic podrobných bodů i s výškami.

Předepsané hrany:

Předepsané hrany nám udávají linie, na kterých nebude probíhat vyhlazování vrstevnic, případně oblasti, ve kterých vrstevnice nebudou probíhat vůbec. Pokud bychom hrany nepředepsali a neuvažovali, výsledek výškopisu by byl značně zkreslený. Byl tedy založen textový soubor s předepsanými hranami.

a) Ostrovní hrany

jsou uzavřené hrany, ve kterých neprobíhají vrstevnice. Jedná se například o technické šrafy, skály, vodní toky a další.

b) Lomové hrany

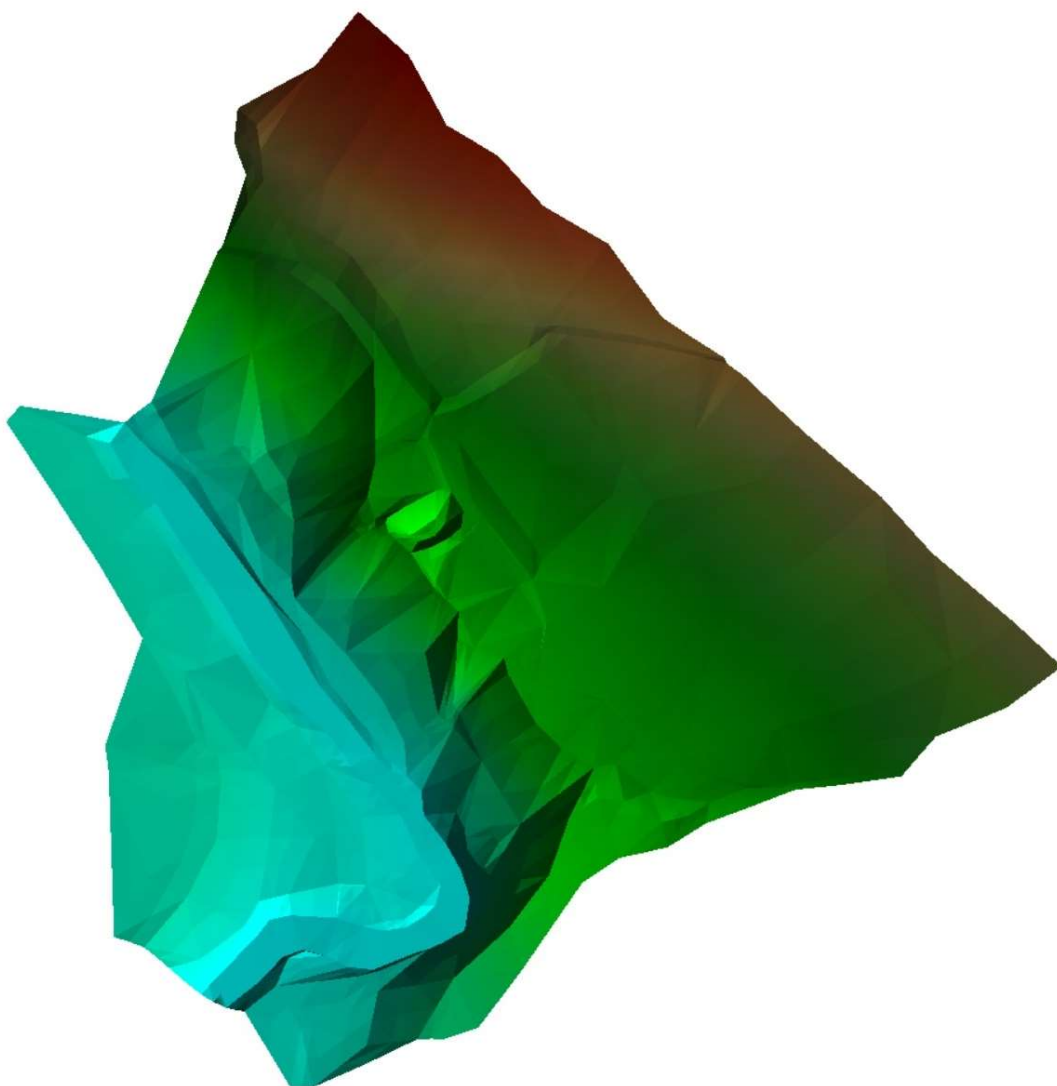
jsou linie, na kterých neprobíhá vyhlazování vrstevnic. Jedná se o výraznější hrany v terénu, které ovšem nejsou uzavřené.

Vygenerovaný soubor *.dxf* s vrstevnicemi a hranami byl kontrolně načten a znovu uložen v softwaru *Microstation* do přípony *.dgn*. Výkres s vrstevnicemi byl importován do mapy v elektronické podobě.

Pro tvorbu technických šraf byla zvolena nástavba *MGEO*. Do předem zvolených ostrovních hran byly vloženy technické šrafy.

5.3.3 Digitální model reliéfu

Při tvorbě vrstevnic v softwaru *Atlas DMT* se nám zároveň vygeneruje **DMR** = digitální model reliéfu. Jedná se o digitální reprezentaci terénního reliéfu. V tomto případě se vytvořil trojrozměrný polyedrický model. Na model byla použita barevná hypsometrie pro znázornění výškových poměrů.



Obr. 26 Ukázka DMR

5.3.4 Kompletace mapy

Vypočtené výšky podrobných bodů byly do *Microstationu* nahrané pouze s jedním desetinným místem. Výška u bodů na nezpevněném terénu se uvádí na decimetry. Pro zachování přehlednosti mapy se musely také redukovat výšky. Místo celých kót tak zůstaly redukované kóty. Po grafickém zpracování měřené části mapy se vyhotovila legenda použitých prvků a zkratk, mapa se opatřila směrovou růžicí a popisovou tabulkou. Bylo také třeba zakreslit průsečíky pravoúhlé sítě souřadnic S-JTSK a rohy mapových listů ZMVM 1:500 včetně náčrtku jejich kladu. To bylo provedeno v nástavbě *MGEO*.

Na závěr byla provedena topologická a atributová kontrola, kde byly zjištěny a opraveny chyby v mapě.

5.4 Testování přesnosti

Při testování přesnosti výškopisu mapy formou kontrolních profilů nebyl podle ČSN 01 3410 dodržen minimální počet 100 bodů reprezentativního výběrového souboru. Celkový počet vyhodnocených bodů byl 65. V dalším vyhodnocování ale bylo postupováno dle ČSN 01 3410.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky s_H .

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} = 0,090 \text{ m}$$

VYSVĚTLIVKY:
 k ... koeficient; $=2$
 N ... počet dvojic bodů
 ΔH ... rozdíl výšek z kontrolního měření a z mapy

Absolutní hodnoty rozdílů výšek určených kontrolním měřením a výšek zjištěných z mapy lineární interpolací byly porovnány s mezní odchylkou pro 3. třídu přesnosti. Rozdíly výšek tedy musely splňovat následující kritérium:

$$|\Delta H| \leq 2\sqrt{k} u_H$$

Výběrová směrodatná výšková odchylka s_H také musí vyhovovat kritériu:

$$s_H \leq 3\omega_N u_H$$

$$s_H \leq 0,40 \text{ m}$$

[16]

Největší rozdíly výšek se vyskytly v prudkém svahu, kde byl nejproblematictější terén. Všechny testované body splnily kritérium přesnosti, testovaný výběrový soubor bodů tedy **vyhovuje** 3. třídě přesnosti. (viz elektronická příloha 7.6_Testování přesnosti.pdf)

6 Závěr

Měření bylo připojeno pomocí technologie GNSS a polární metody do závazných referenčních systémů S-JTSK a Bpv. Během měření ani zpracování se nevyskytly žádné větší komplikace.

Výpočty proběhly v softwaru Groma v.12. Další, převážně grafické zpracování, probíhalo v softwarech Bentley Microstation v8i (Select series 3), Atlas DMT, MGEO. Byla vyhotovena účelová mapa v měřítku 1:500 ve formátu A3. Byl také vygenerován zkušební digitální model reliéfu. Testování přesnosti proběhlo formou tří kontrolních profilů a výsledky měření byly porovnány s kritérii přesnosti pro 3. třídu přesnosti. Dané mezní odchylky byly dodrženy.

V průběhu tvorby bakalářské práce byly využity vědomosti nabitě při studiu i z praxe. Další odborné informace použité v práci byly čerpány ze seriózních zdrojů.

7 Zdroje

- [1] Strategický plán obce Malhostovice - Nuzířov
http://www.malhostovice.eu/assets/File.ashx?id_org=9091&id_dokumenty=54816
- [2] SMOLOVÁ, I., prezentace Eroze, UPOL-Geografie
https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/PPR/PPR_Eroze_2014_web.pdf
- [3] KALVODA, P., Mapování I, prezentace 01_GE10_Mapování.pdf, 2016, VUT FAST
- [4] Nařízení vlády č. 430/2006 Sb., § 2, <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-430#p2>
- [5] Multimediální texty, ZČU, oddělení Geomatiky
http://old.gis.zcu.cz/studium/mk2/multimedialni_texty/index_soubory/hlavni_soubory/cechy.html#krovak
- [6] ŠTRONER, M., přednáška Geodézie 3, ČVUT FSV
http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GD3/gd3_pred_1.pdf
- [7] VONDRÁK, J., Geodézie I, prezentace GE03_- Geodezie_II_Trigl.pptx 2015, VUT FAST
- [8] GPS Official website <https://www.gps.gov/>
- [9] ŠEBESTA, J., Globální navigační systémy, 2012, ISBN 978-80-214-4500-0, FEKT VUT
http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/RAR/literatura/Globalni_navigacni_systemy.pdf
- [10] European GNSS Service Centre - Galileo <https://www.gsc-europa.eu/>
- [11] BeiDou – System introduction <http://beidou.gov.cn/xt/xtjs/>
- [12] ČÚZK – CZEPOS <http://czepos.cuzk.cz/>
- [13] KALVODA, P., Mapování I, prezentace 02_GE10_Výškopis.pdf, 2016, VUT FAST
- [14] Příloha k Vyhlášce č. 31/1995 Sb. – 1. Bodová pole a jejich rozdělení; ÚZ č. 1195
Nakladatelství Sagit, a.s., 2017; ISBN 978-80-7488-227-2
- [15] Totální stanice Trimble M3 <http://geotronics.cz/geodezie/totalni-stanice/trimble-m3/>
- [16] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy, září 2014, vydal ÚNMZ,
ICS 01.080.30; 07.060

8 Seznam použitých zkratek

S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Výškový systém baltský – po vyrovnání
ČSN	Česká státní norma
GNSS	Globální navigační satelitní systémy
GPS	Global positioning system
ppm	parts per million
k.ú.	katastrální území
RTK	real time kinematics
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema
PMS	pomocná měřická síť
TIN	triangulated irregular network (jeden z typů modelu terénu)
ETRS	Evropský terestrický referenční systém
ITRS	Mezinárodní terestrický referenční systém
ICRS	Mezinárodní nebeský referenční systém
WGS84	Světový geodetický systém 1984
ČR	Česká republika
UTM	Univerzální transversální Mercatorovo kartografické zobrazení
GRS-80	referenční elipsoid Geodetic reference system 1980
PNT	Position, navigation and timing
U.S. Air Force	United States Air Force
VRS	virtuální referenční stanice
NULRAD	síť nultého řádu
AGS	Astronomicko-geodetická síť
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
DMT	digitální model terénu
ZMVM	Základní mapa velkého měřítka
ZPMZ	záznam podrobného měření změn

9 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1	Poloha lokality	11
Obr. 2	3D mapa se zakreslením lokality	12
Obr. 3	Fluviální eroze	13
Obr. 4	Eroze pod kořeny stromů	13
Obr. 5	Vodočet v Kronštadtu	17
Obr. 6	Grafické znázornění rajónu	19
Obr. 7	Trigonometrické určení výšky	20
Obr. 8	Družice GPS Block IIIA	22
Obr. 9	Montáž referenční stanice CZEPOS	24
Obr. 10	Schéma CZEPOS sítě	24
Obr. 11	Absolutní kóty (redukované)	25
Obr. 12	Relativní kóta	25
Obr. 13	Ukázka vrstevnic	26
Obr. 14	Interval a rozestup vrstevnic	27
Obr. 15	Technické šrafy	27
Obr. 16	Terénní stupeň	28
Obr. 17	Foto z lokality	30
Obr. 18	Topcon GPT3003N	31
Obr. 19	Trimble M3	31
Obr. 20	Trimble R4-3	32
Obr. 21	Stabilizace bodů PMS	33
Obr. 22	Ukázka místopisného náčrtu	33
Obr. 23	Ukázka měřického náčrtu kontrolních profilů	35
Obr. 24	Ukázka výpočtu korekcí v softwaru Groma	36
Obr. 25	Bod určený ze 2 stanovisek	37

Obr. 26	Ukázka DMR	39
Tab. 1	Parametry Besselova elipsoidu	16
Tab. 2	Parametry elipsoidu WGS84	17
Tab. 3	Parametry elipsoidu GRS-80	18
Tab. 4	Číslování bodů	29
Tab. 5	Barevné značení	34

10 Seznam příloh

1. Účelová mapa
2. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
3. Měřický náčrt 1
4. Měřický náčrt 2
5. CD
 1. Zápisníky
 - 1.1_ZAP.zap
 2. Protokoly
 - 2.1_GNSS měření.txt
 - 2.2_Polární metoda.txt
 - 2.3_Porovnání bodů.txt
 3. Seznamy souřadnic
 - 3.1_PMS.txt
 - 3.2_PB.txt
 4. Náčrty
 - 4.1_Náčrt PMS.dgn
 - 4.1_Náčrt PMS.pdf
 - 4.2_Měřický náčrt 1.pdf
 - 4.3_Měřický náčrt 2.pdf
 5. Geodetické údaje
 - 5.1_787078000004001,4002,4003.pdf
 - 5.2_787078000004004.pdf
 6. Účelová mapa
 - 6.1_Mapá.dgn
 - 6.1_Mapá.pdf
 - 6.2_Body.dgn
 7. Kontrolní profily
 - 7.1_Zápisníky
 - 7.1.1_ZAP.zap
 - 7.2_Protokoly
 - 7.2.1_GNSS_PMS.txt

- 7.2.2_Polární metoda.txt
 - 7.2.3_Vyrovnávací přímka.txt
- 7.3_Seznamy souřadnic
 - 7.3.1_PMS.txt
 - 7.3.2_PB.txt
- 7.4_Měřický náčrt
 - 7.4.1_MN KP.dgn
 - 7.4.1_MN KP.pdf
- 7.5_Kontrolní profily
 - 7.5.1_KP 1.dgn
 - 7.5.1_KP 1.pdf
 - 7.5.2_KP 2.dgn
 - 7.5.2_KP 2.pdf
 - 7.5.3_KP 3.dgn
 - 7.5.3_KP 3.pdf
- 7.6_Testování přesnosti.pdf